



URANIO EN ROCAS SEDIMENTARIAS EN EL DEPARTAMENTO DE CERRO LARGO

Ing. JUAN PEDRO SCARON

Ing. Quím. MIGUEL GARAU TOUS

Resumen: Trabajos de investigación realizados por técnicos de U.T.E. con motivo del descubrimiento de materiales uraníferos en el Depto. de Cerro Largo en 1968-1969, ponen de manifiesto la importancia de la pirita, materia orgánica, fosfatos, y óxidos de hierro y manganeso en la concentración de uranio, como consecuencia de procesos de oxidación supergénica en rocas sedimentarias de la formación Tres Islas. Se estudian también enriquecimientos afines al tipo 'roll' en la mineralización de "La Divisa", que ha permitido estimar en los estudios preliminares, cerca de 10 toneladas de uranio, y abre la perspectiva de que los trabajos definitivos permitan atribuirle categoría de yacimiento.

Son pocos los antecedentes que se poseen sobre estudios de minerales radiactivos de nuestro país. Sólo podrían citarse los relativos a uranoforita en el Sauce de Pan de Azúcar (W. Hill - Goñi), y los que se emprendieron con motivo del estudio de las arenas negras del litoral atlántico que se relacionan con la monacita (Goñi - Piriz Mac Coll).

En ambos casos predomina el torio sobre el uranio. No existen en cambio antecedentes so-

bre materiales exclusivamente uraníferos.

El presente artículo es una contribución al conocimiento de la existencia de tales minerales en el territorio nacional, específicamente en relación con el uranio, en circunstancias en que la crisis petrolera mundial obliga a proyectarse hacia todas las fuentes energéticas disponibles.

Se basa en trabajos de investigación cumplidos en U.T.E. durante los últimos años, como consecuencia del descubrimiento de sedimentos uraníferos en el Departamento de Cerro Largo, por un equipo integrado por los autores, entre diciembre de 1968 y junio de 1969.

De las anomalías registradas en la zona, se eligieron aquellas que desde un principio proporcionaron muestras con un contenido anormal de uranio. El plan de prospección adoptado para cubrir las áreas circundantes tuvo carácter semisistemático. Sólo en áreas reducidas se empleó el sistema de malla, prefiriéndose atacar detalladamente toda exposición natural o artificial del subsuelo, a través de: accidentes tectónicos, desmontes, arroyos, cañadas, barrancas, círcos topográficos, denudaciones, etc. Esta prospección detallada era precedida por la con-

fección de cartas, obtenidas por fotointerpretación en base a material proporcionado por el Servicio Geográfico Militar, Misión R.O.U. 1/20.000 del año 1967.

Examinaremos los dos índices uraníferos estudiados según el orden cronológico de su descubrimiento.

Mineralización de Paso de la Arena.

La mineralización se ubica 17 Kms. al SE de Melo en el paraje conocido por Paso de la Arena. Se accede por la ruta 8, 12 Kms. al sur de Melo y 5 Kms. al Este por el camino secundario hacia Amarillo.

Aspectos geográficos y geológicos.

La zona coincide con una lengua de sedimentos gondwánicos, correspondientes a la formación San Gregorio - Tres Islas, orientada de O a E, asentada sobre el cristalino, representado fundamentalmente por rocas graníticas y migmatitas. Se corresponde con la línea marginal de las formaciones sedimentarias del Gondwana. Dominando la banda sedimentaria se destaca el cerro de La Pedrera, único de carác-

ter sedimentario y aspecto mesetiforme, enmarcado por un bolsón de granito leucócrata al N y una serie de colinas graníticas que incluyen un bolsón de sienita a microclina y biotita, al S.

El relieve es ondulado en la parte sedimentaria, con algunos circos topográficos de areniscas de Tres Islas, y serrano en el sector cristalino. Integra la cuenca del arroyo Chuy, cuyo cauce se entalla, entre pendientes suaves, desplazándose de N a S para verterse en el río Tacuarí unos kilómetros al E de donde este último es cruzado por la ruta 8 en el conocido Paso de las Bochas.

El cerro de la Pedrera es alargado en dirección NE y su extremidad septentrional, asiento de la mineralización, es bordeado por la ruta hacia Amarillo. El trazado de este camino ha dejado expuesta la capa mineralizada a la altura del Km. 5. En esta parte algunas vertientes aportan uranio desde el subsuelo, enriqueciendo localmente el material coluvial que lo margina.

Una falla de dirección NE y aproximadamente de 2 Kms. de largo, aparentemente desarrollada en dos tiempos, constituye el accidente tectónico más notable, y el que como veremos, ha tenido una influencia primordial en la morfología local, e incluso en la mineralización.

La primera etapa tectónica, de edad pregondwánica, habría delimitado una zona de dislocación, con intensos fenómenos de metamorfismo dinámico, que provocaron una fuerte milonitización sobre una franja de unos 200 metros de ancho, a lo largo de la mitad septentrional de la falla.

Los esfuerzos mecánicos han quedado representados por una fuerte esquistosidad vertical, y hacia el SE el granito manifiesta una estructura francamente gnéssica. En una segunda etapa, intra o postgondwánica, una se-

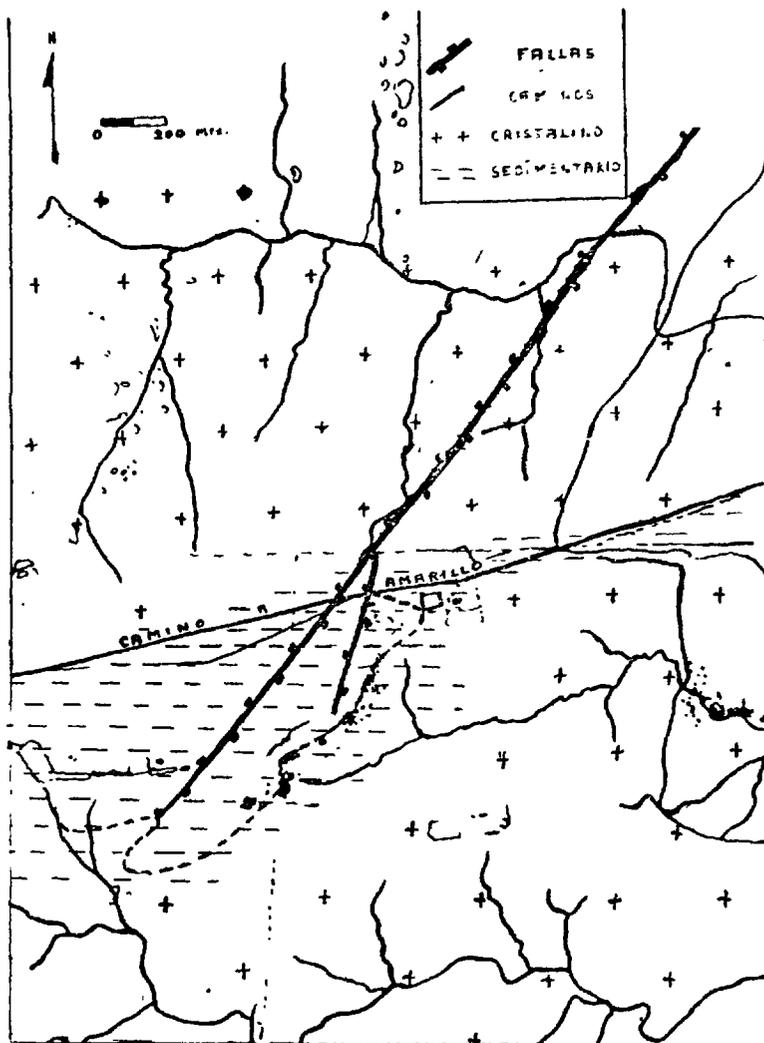


Figura 1. — Paso de la Arena. Carta geológica. La línea curva de trazo discontinuo margina el lado SE del Cerro de la Pedrera.

gunda tectónica establece definitivamente la falla, con formación de brechas, y fenómenos hidrotermales, en particular una intensa silicificación que habiendo interesado las capas superiores de areniscas, groseras y permeables, condicionó su particular resistencia a la meteorización, y en consecuencia determinó la subsistencia del cerro de La Pedrera como único testigo serrano de carácter sedimentario, aislado dentro de un marco granítico.

Esta falla delimita exactamente el cerro a lo largo de su perfil NO. Un ligero basculamiento en esa dirección ha dado lugar a un talud relativamente suave,

mientras que por el SE, el cerro presenta una caída abrupta, donde ha encontrado abrigo una abundante flora nativa, y en el pasado permitió una fácil explotación de piedra arenisca para la construcción.

De la parte media de esta falla mayor, parece desprenderse hacia el S una falla secundaria de sólo algunos cientos de metros de longitud, pero quizá no menos importante que la anterior desde el punto de vista metalogénico, ya que interesó justamente el sector uranífero.

El perfil estratigráfico tomando como punto de partida la

cima del cerro es, algo esquemáticamente, la siguiente:

- 0 a 16 mts. Areniscas cuarzo-feldespáticas, groseras, pobremente seleccionadas, con cierto esbozo de estratificación, fuertemente silicificadas en la parte superior y colores claros.
- 16 a 18 mts. Lutitas finamente estratificadas de aspecto várvido, en láminas de colores variados (amarillo, gris, violáceo, pardo oscuro, etc.)
- 18 a 21 mts. Limolitas arcillosas ligeramente estratificadas de color rojo.
- 21 a 24 mts. Lutitas gris oscuro conteniendo pirita y materia orgánica.
- 24 a 25 mts. Limolitas con esbozo de estratificación e intercalación de capas fuertemente hematíticas, y decoloración zonal.
- 25 a 26 mts. Lutitas finamente laminadas de aspecto várvido y colores abigarrados con intercalación de siltitos.
- 28 a 30 mts. Lutiña gris oscuro con pirita y materia orgánica pasando a siltitos hacia abajo.
- 30 a 31 mts. Siltitos arcillosos rojizos.
- 31 a 39 mts. Siltitos y limolitas de color gris medio, en parte carbonatados y ocasionalmente algo radiactivos.
- 39 a 42 mts. Siltitos arcillosos finamente bandeados, de colores abigarrados.
- 42 a 56 mts. Limolitas rojas y amarillos a veces carbonatadas con niveles de arenisca.
- 56 a 58 mts. Conglomerado basal. Cristalino.

Salvo en la base, el perfil es concordante y la estratificación horizontal.

Estudiando la sucesión entre los niveles 18 mts. y 39 mts. puede observarse la presencia de lutitas grises conteniendo pirita y materia orgánica interestratificadas con siltitos de tonos rojizos, que responden a un medio oxidante. Esta disposición en

que se alternan los facies reductor y oxidante en rocas de distinta granulometría y por tanto, en principio, de distinta permeabilidad, ha sido reiteradamente señalada por su aptitud para fijar uranio.

La capa mineralizada guarda relación con el nivel 24-25 mts. donde un enriquecimiento en óxidos de hierro y fenómenos de decoloración zonal, nos hablan de una lixiviación ácida en el yacimiento de los estratos piritosos, lo que será motivo de comentarios posteriores. Su potencia es del orden de algunos centímetros, pero es probable que su disposición no sea tan simple como podemos pensar en la actualidad e incluso suponer que existan varias capas. La obtención de testigos no fue siempre satisfactoria. Por otra parte, algunas limonitas de color gris medio (31 a 39 mts.) pueden estar localmente enriquecidas en uranio sin llegar a niveles comerciales.

Petrografía y mineralización.

Petrográficamente responde a una limolita, bastante bien seleccionada, con la fracción detritica constituida fundamentalmente por granos de cuarzo angulosos o subangulosos, cemento arcilloso-hematítico y color pardo violáceo. Localmente, un aporte de manganeso ha formado una red de venillas de psilomelano que pasa desapercibida a la observación macroscópica.

La arcilla responde a la familia del caolín. En difractogrametría por rayos X aparece un mineral de la familia del apatito (W. Hill - Sra. Mercatini).

No contiene minerales de uranio individualizables por vía microscópica ni por difractogrametría; las autoradiografías revelan una distribución prácticamente uniforme de la radiactividad por lo que el uranio debe considerarse disperso a escala

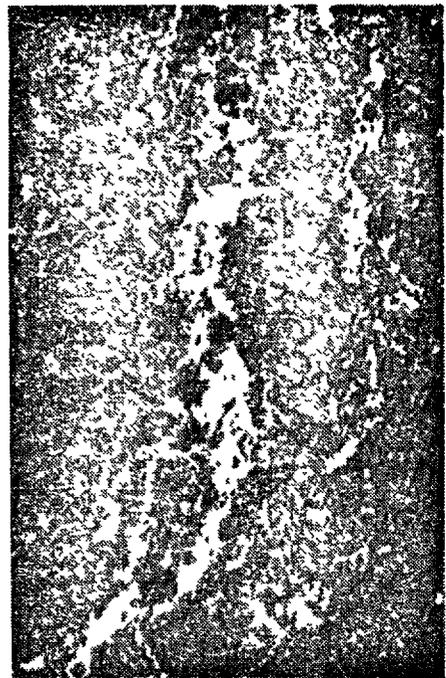


Figura 2. — Limolita uranifera - granos de cuarzo, cemento arcilloso-hematítico y venillas de psilomelano. Sección pulida: Luz natural reflejada $\times 200$. (Microfotografía)
Ing. Qco. Raúl Vidal Belo

submicroscópica o retenido por adsorción.

Concordante con esta conclusión, el examen por fluorescencia a la radiación ultravioleta es negativo, lo que elimina la posibilidad de existencia de una gran parte de los posibles minerales de uranio de carácter secundario.

El contenido expresado en metal soluble en ácido nítrico 3N, es promedialmente de 700 gramos de uranio por tonelada. El uranio total determinado radiométricamente es de 1.300 gr./ton. U. La relación U/eRa= 1,3 señala un desequilibrio en favor del uranio.

Aspectos químicos e hipótesis genética.

Analizadas las muestras por diversos métodos físicos y químicos ha sido posible determinar los siguientes elementos, que han sido distribuidos en tres ca-

tegorías de acuerdo a su abundancia relativa.

Fundamentales: Si, Fe, Mn, Al.
Accesorios: Ca, Mg, Na, K, P, F.
Elementos menores y trazas: Ti, Ba, Li, U, Th, Sr, Ni, Cr, Pb, Cu.

El vanadio no llega a detectarse por los métodos analíticos empleados pese a la gran sensibilidad de los mismos, por lo que debe descartarse una mineralización de tipo vanadífero. En cambio la presencia de fósforo en cantidades importantes nos indujo a su determinación cuantitativa obteniéndose resultados promediales de 2,5 % en P_2O_5 . Como veremos posteriormente en la mineralización de la Divisa, siltitos con niveles de uranio equivalentes a los de estas muestras, poseen porcentajes diez veces menores en P_2O_5 .

La presencia de apatito por difractogrametría y de flúor por vía espectroscópica nos induce

a sospechar la presencia de fluorapatito, independientemente de los fosfatos que puedan coexistir en combinación con el hierro. Ambas formas de fosfato pueden haber tenido influencia decisiva en la fijación del uranio.

De acuerdo a lo que antecede, cabe clasificarla como mena fosfatada ligada a un intenso fenómeno de ferrificación.

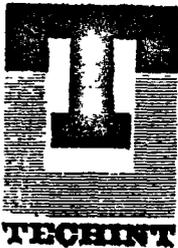
La mineralización relativamente simple, el desequilibrio U/eRa y la presencia de hematita y fosfatos nos ha conducido a atribuirle un carácter epigenético, en un proceso que vincula la presencia simultánea de óxidos de hierro, fosfatos y uranio, con una oxidación supergénica de la pirita contenida en las lutitas grises, con formación de ácido sulfúrico, sulfatos ferroso y férrico, solubilización del uranio contenido en débil proporción en las mismas luti-

tas y sedimentos adyacentes, para concluir finalmente con la precipitación de hidróxidos de hierro conjuntamente con fosfatos, quedando el uranio retenido por los mismos.

Los compuestos de uranio son adsorbidos con facilidad por los geles de hidróxidos de hierro y es causa de la radiactividad dispersa que caracteriza este tipo de rocas. (Rankama y Sahama, Heinrich y otros).

Sin embargo, el testimonio de actividad hidrotermal, reconocible en testigos de sondeo, y configurada por la presencia de cuarzo, calcedonia, calcita, barietina, fluorita y hematita, no permite aún conclusiones definitivas. Estudios más completos, pero lamentablemente también económicamente más onerosos, podrían dilucidar terminantemente este problema genético.

(Continúa)



TECHINT

COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL

S. A. C. I.

CONSTRUCCION DE OBRAS PUBLICAS

Los campos en que actúa TECHINT pueden resumirse en:

- I) Industria sidero-metalúrgica
Industria del petróleo y derivados
Industria química
Industrias varias
Líneas de transmisión, de alta, media y baja tensión, subestaciones
Servicios telefónicos
- II) Oleoductos, gasoductos y servicios anexos
- III) Centrales eléctricas
- IV) Obras públicas
Obras viales

TECHINT posee la experiencia y capacidad financiera para manejar proyectos de gran magnitud, incluyendo los estudios preliminares, diseños, ingeniería y planos, compras y despacho de materiales por cuenta de los clientes, supervisión de la construcción, montaje y puesta en marcha, sea por contratos parciales o como Contratista Principal para la totalidad de la obra.

URANIO EN ROCAS SEDIMENTARIAS EN EL DEPARTAMENTO DE CERRO LARGO

(Continuación del N° 11)

Ing. JUAN PEDRO SCARON

Ing. Quím MIGUEL GARAU TOUS

En abril de 1969 se descubría un nuevo índice uranífero en el paraje conocido por Paso de los Gómez, sobre el arroyo Chuy, 5 Kms. al norte de Paso de la Arena. La anomalía radiactiva, que cubre varias hectáreas, fue prospectada por malla sin que llegaran a constatarse variaciones radiométricas notorias. Las muestras recogidas responden al tipo de Paso de la Arena. Dos meses después se descubría la mineralización de La Divisa que, a la vez que proporcionaba un mineral de uranio identificable macroscópicamente —la autunita— exhibía condiciones estructurales particularmente favorables, razones que nos indujeron a volcar en ella todos nuestros esfuerzos.

Mineralización de La Divisa

Se sitúa al E. SE de Melo y unos 8 Kms. al NE de Paso de la Arena. Se accede a través de 18 Kms de recorrido, 14 Kms. por la ruta Melo-Río Branco y 4 Kms. hacia el S por camino vecinal encallado.

Fue localizada por una anomalía radiactiva en relación con una capa arcillosa situada por debajo de coluviones hematíticos,

en el borde de una pequeña loma. En la superficie de la arcilla y en sus fracturas por desecación se había depositado autunita (fosfato de uranio y calcio).

El área con posibilidades de mineralización abarca por lo menos 2 Kms.². Se han seleccionado unas 20 hectáreas, de las cuales por sondeos preliminares se han cubierto tres. De las seis anomalías registradas en la zona, se han estudiado tres, cada una con un tipo de mineralización diferente, previéndose que las restantes caerán dentro de alguno de los tipos ya estudiados.

Aspectos geográficos y geológicos.

Como en el caso de Paso de la Arena, la zona mineralizada corresponde a un sector marginal de los sedimentos gondwánicos, concretamente, la formación Tres Islas. El paisaje combina cerros redondeados del zócalo cristalino, representado por rocas graníticas y migmatitas profusamente invadidas por filones de microgranito orientados hacia el NE, con suaves lomas de terrenos sedimentarios interrumpidas por abruptos circos topográficos de areniscas, que a

veces por erosión recortan figuras extravagantes. También como Paso de la Arena, forma parte de la cuenca del arroyo Chuy, que se desplaza de N a S, 2 Kms. al O. La red hidrográfica se completa por la cañada de Gaudencio al NO, tributario directo del Chuy y la cañada de los Portos al S que se vierte en la cañada de La Divisa cuyo nombre adoptamos. Algunos tramos de estos cursos de agua guardan sensibles relaciones con la tectónica local y con la mineralización. El cerro Mariano Rojas al N y el cerro del Vigía al SO, ambos del cristalino, dominan la topografía del área.

Una tectónica pregondwánica, posiblemente coincidente con la inyección de los microgranitos, determinó una falla de unos 3 Kms. de longitud, dispuesta en dirección N-S, que traza una neta delimitación entre cristalino al E y sedimentario al O.

Otra falla de rumbo NO no bien individualizable en superficie pero admitida por lo menos como hipótesis de trabajo, se reúne con la precedente hacia el norte entre las dos encuadran una cubeta sedimentaria en forma de cuña apuntando en esa dirección. Sondeos realizados junto a

QUIMICA TEC DEL URUGUAY S. A.

C. M^o DE PEN^a 4987

TELEFONO: 3 58 75

C. O. M. U. R.

- Elementos de elevación y Transporte
- Elementos para transmisión de potencia
- Ruedas Industriales de todo tipo
- Elementos y equipos para la industria
- Proyecto y construcción de máquinas e instalaciones

SOLICITE CATALOGO

ARRIBENOS N^o 3532

Tels. 58 65 76 - 58 44 72

Montevideo

una inflexión de la cañada de los Portos, nos ha permitido reconocer algo más de 75 metros de sedimentos de la formación Tres Islas. Describiremos esquemáticamente el perfil, tomando como ejemplo uno de los sondeos realizados en ese punto.

Sondeo N^o 2/6 - Sector "B"
(Cañada de los Portos)

0 a 5 mts. Tierra vegetal; sedimentación aluvial representada por arcillas, arena, grava y cantos.

5 a 28 mts. Lutitas de color gris oscuro, conteniendo materia orgánica y pirita, pasando a veces a lechos de limolitas carbonatadas del

mismo color, y gradualmente hacia abajo, a lutitas finamente laminadas.

28 a 40 mts. Lutitas de aspecto várvido, predominando los tonos grises arriba y los rojizos abajo, pasando gradualmente a siltitos.

40 a 72 mts. Siltitos, limolitas y areniscas, a veces fuertemente carbonatados. Nota: Este tramo es predominantemente rojizo en los sondeos fértiles y totalmente gris en los estériles. Este detalle como veremos es muy importante.

72 a 80 mts. Areniscas de granulometría media, de color gris claro, con intercalación

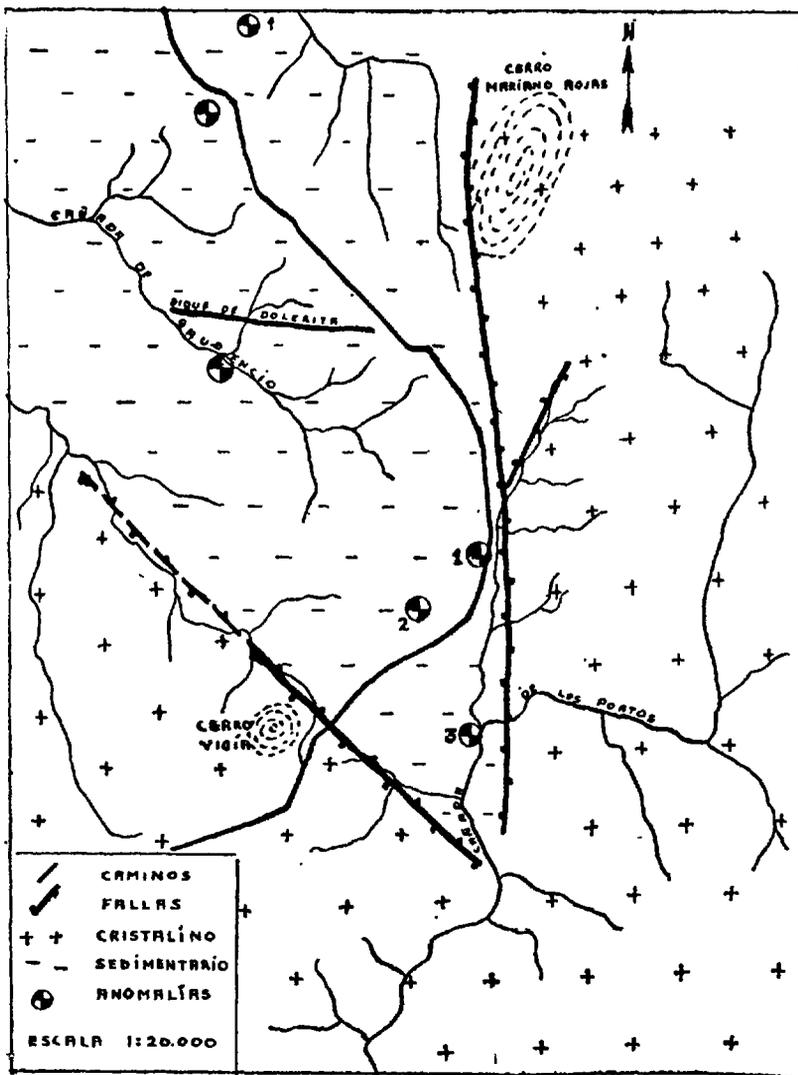


FIG. 3 Carta geológica de La Divisa: 1. Arcilla autnítica; 2. Prolusita uranifera; 3. Frente de oxidación.

de lutitas a veces arenosas, presentando abundantes pliegues intraformacionales por escurrimiento.

80 a 85 mts. Areniscas conglomerádicas grises, conglomerado basal, cristalino.

Salvo la discordancia basal y la aluvionar superior, el perfil es concordante y de estratificación horizontal o subhorizontal.

Una segunda tectónica de edad posgondwánica inyectó un dique de dolerita de rumbo E-O a través de las areniscas de Tres Islas, al N de la cañada de Gaudencio con una longitud cercana a los 700 mts.

A la misma tectónica puede atribuirse una serie de pequeñas fallas escalonadas de escaso desplazamiento, con fenómenos de brechificación y fracturación, en que el elemento cementante y relleno de fisuras es la calcita.

Los únicos indicios de vida se localizan en las lutitas grises y se reducen a restos de vegetales inferiores, entre los que aparecen esporas magníficamente conservadas que pueden observarse en las láminas petrográficas.

No se constatan fenómenos de hidrotermalismo.

Petrografía y mineralización.

Las rocas graníticas del zócalo pueden reducirse a dos tipos fundamentales:

- a) Granitos, leucócratas a dos micas, a cuarzo de extinción ondulante, microclina perítica, oligoclase, escasas micas: muscovita y biotita. Como minerales accesorios, zircón y granates. Cabe atribuirles un origen metamórfico, ligado a un metasomatismo fundamentalmente potásico.
- b) Granitos biotíticos de color más oscuro, compuestos de

cuarzo de extinción ondulante, microclina, algo de oligoclase, abundante biotita asociada con apatito, algo de hornblenda, zircón, esfeno y minerales opacos del tipo magnetita-ilmenita.

Estas rocas graníticas son recortadas por una serie de filones paralelos de microgranito, rumbo NE, constituidos por cristales subautomorfos de ortosa y cuarzo de extinción ondulante, distribuidos en una matriz microgranosa, de estructura algo fluidal, integrada por cuarzo feldespato, y minerales máficos microdispersos, algo de zircón y apatito. Algunos filones presentan como mineral opaco, casi exclusivamente pirita.

No parece existir relación directa entre el cristalino y las concentraciones uraníferas, las que se ubican únicamente en el sedimentario.

Haremos un resumen de los distintos tipos de mineralización hallados, tratando con especial énfasis el de "frente de oxidación", único que plantea perspectivas positivas dentro del cuadro regional, por lo menos al nivel actual de los conocimientos.

- a) Mineral arcilloso a autunita. Se trata de una mineralización típica de zona oxidada. Una arcilla caolinítica de color gris ceniza, que ha sufrido un proceso evidente de lixiviación ácida, presenta en las grietas por desecación, costras y pátinas de autunita. Este nivel coincide con la parte superior oxidada de un potente estrato de lutitas de color gris oscuro, conteniendo materia orgánica y pirita finamente dispersa. La acidez de las aguas que actuaron como vehículo del uranio, se debe sin duda al ácido sulfúrico derivado de la oxidación de la pirita dentro del nivel de aereación.

RESYPLAST S. A.

DIVISION PLASTICOS

- Polvos de moldeo fenólicos y ureicos
- Plastificantes
- Compuestos de PVC
- Burletes magnéticos
- Resinas de fenol formaldehida

DIVISION ALIMENTICIA

- Caseinatos de Sodio y Calcio
- Suero en polvo

DIVISION INORGANICA

- Oxido de zinc
- Oxicloloro de cobre
- Oxidos de hierro amarillo y rojo
- Cromato de zinc

ADOLFO VAILLANT 778

Tels.: 3 34 65 y 39 86 65

Dirac. Telegráfica:

Resyplast - Montevideo

Télex:

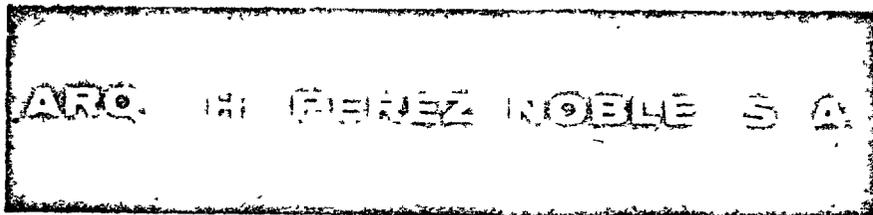
Respla UY - 231

SORRENTINO & Cía. Ltda.

FABRICA DE CORTINAS DE ALUMINIO

H O C Q U A R T 1689/97

Teléf.: 20 18 45.



ARQUITECTURA

INGENIERIA

CONSTRUCCIONES

Brandzen 1956 — P. 8 y 9

Teléfonos: 41 13 91 - 41 18 14 y 4 49 30

COLSA

COMPANIA LAMINADORA S. A.



HIERRO REDONDO COMUN
Y TRATADO ACOT 40
PARA REFORZAR CEMENTO

Laminación:

Cno. Maldonado 7440 — Km. 15.200 — Tel.: 58 54 89

Administración y Ventas:

Tte. Galeano 3160 — Tels.: 22 35 38 y 22 35 39

La concentración uranifera ocupa fundamentalmente el borde de un desmonte y puede seguirse sobre un frente de 20 mts. y una profundidad de 3 mts., con una potencia media de 0.50 mts.

La proporción de uranio varía entre 100 gr./ton. y 2.200 gr./ton. Por sus escasas dimensiones sólo tiene valor teórico.

- b) Mineral de manganeso uranífero, con nódulos fosfatados. Responde a una costra superficial de 2 a 3 centímetros de espesor, de óxidos de manganeso, fundamentalmente al estado de pirrolusita, englobando partículas detríticas fracción arena y nódulos blancos ricos en fosfatos.

Contiene entre 700 gr./ton. y 1.000 gr./ton. U. Se encuentra directamente debajo del nivel tierra vegetal y descansa sobre 4 a 5 centímetros de una arenisca violácea, menos rica en uranio aunque igualmente fosfatada.

La extensión que ocupa esta mineralización es de apenas unos pocos metros cuadrados, y no ha podido ser relacionada en dependencia de ningún horizonte litológico, por lo que pensamos se trata de una formación residual, que guarda sólo un interés teórico.

Genéticamente tendría afinidades con las muestras de Paso de la Arena.

- c) Mineralización por "frente de oxidación". Se ubica en profundidad, con un nivel medio alrededor de los 45 mts. y constituye el hallazgo más importante realizado por nuestro equipo.

Fue localizada por un ligero enriquecimiento en uranio (160 gr./ton.) sobre una superficie de algo más de un

metro cuadrado, en la orilla de la cañada de los Portos, coincidente con una falla menor, en una zona donde nuestros cálculos, le asignaban un espesor de sedimentos relativamente importante, justificando por tanto un plan sistemático de sondeos.

El perfil descrito anteriormente, corresponde a ese lugar.

La mineralización interesa a los siltitos, las limolitas y a veces las areniscas finas.

Nunca se presenta en las lutitas.

Hacia el Este, el tramo 40 mts. - 72 mts., muestra abundancia de niveles rojizos y puede presentar concentraciones de uranio de varios cientos de gramos por tonelada a cualquier altura, pero siempre en potencias débiles del orden de pocos de-

címetros. Hacia el Oeste del área, el perfil cae totalmente dentro de los tonos grises y es estéril. Esta variación lateral del facies redox, sumada a la existencia de una interfase enriquecida en uranio, nos induce a pensar en una zona oxidada que avanza en el sentido de la estratificación en un medio naturalmente reductor. Interpolando los datos proporcionados por los sondeos, puede concebirse por debajo de las lutitas, una lengua de sedimentos oxidados, dirigida de E a O, a lo largo de la cual y siguiendo diversas vías, se desplaza uranio en solución, para concentrarse en la vecindad de la superficie que separa ambos medios redox, principalmente en el sector frontal.

Tal disposición se muestra esquemáticamente en la figura 4.

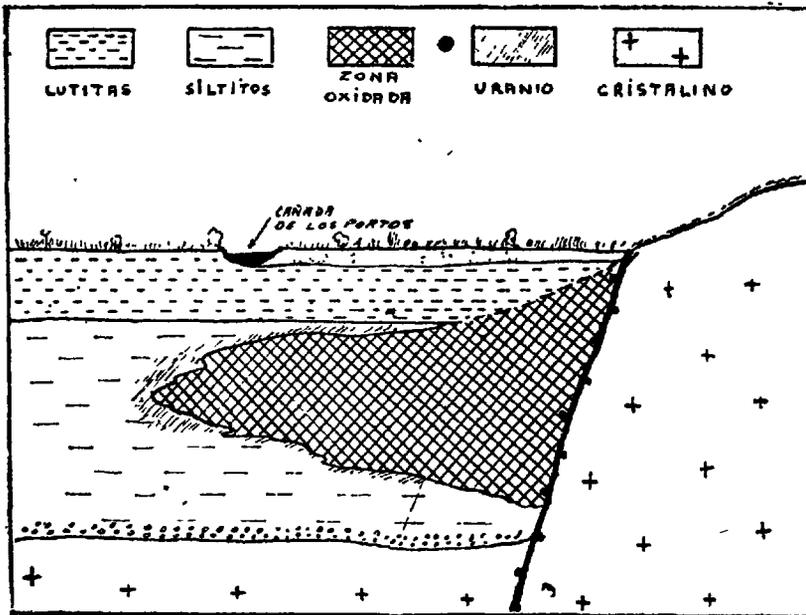


FIGURA 4

En el segundo sondeo fue atravesada la interfase, coincidente con un fuerte enriquecimiento en uranio y un aumento de potencia de los horizontes minera-

lizados, que llega entonces a más de 5 mts. (aproximadamente entre cotas 44.20 y 49.80), conteniendo proporciones que a nivel de muestras, oscilaron entre 200

MURACCIOLE LIMITADA

COLONIA 844 — P. 3
Tels.: 8 08 32 y 8 21 37

EQUIPOS ELECTRICOS Y
TELECOMUNICACIONES

TUBERIAS, GRIFERIA Y
ACCESORIOS

MATERIAS PRIMAS Y
EQUIPOS INDUSTRIALES

PROYECTOS, ESTUDIOS

I M S A

INDUSTRIALIZADORA

DE MAIZ S. A.

- Fécula BUFFALO
- Almidón de Maíz ALMITEX
- Glucosa Líquida GLOBE
- Glucosa Sólida GLOBE
- Almidones Modificados PENETROSE
- Almidones Tratados ARGOFILM
- DEXTRINAS
- COLORANTE CAMELO
- ADHESIVOS VEGETALES

SORIANO 791 - Piso 3

TELS.: 98 17 17-18

Planta Industrial en
SAN CARLOS - MALDONADO

LEVADURA URUGUAYA S. A.

CARLOS A LOPEZ 7547
TELEFONO: 30 05 30

DIESTE & MONTAÑEZ S. A.

INGENIEROS

18 de Julio 2257 - P. 3 - Apt. 7
Tels.: 4 84 75 - 41 46 30

gr./ton. y 18.000 gr./ton. en U. Predominan los valores entre 500 y 1.000 gr./ton.

Nos concretaremos en adelante a estudiar el perfil enriquecido mencionado.

Petrográficamente la sección es sumamente variada. Comprende en su mayor parte siltitos pero con grandes variaciones cuali y cuantitativas en los componentes minerales del cemento y en el color. Se suceden siltitos arcillosos, carbonatados, ferrificados, en colores grises, rosado, pardo, violáceo o rojo.

De una manera general, puede hablarse de siltitos, con la fracción detritica bien seleccionada, fundamentalmente cuarzosa, clara estratificación paralela, cemento de naturaleza filítico-carbonatado o filítico-hematítico y abundantes niveles milimétricos o submilimétricos de calcita.

Predomina el color gris ceniza, pero se intercalan niveles rojizos en varios tonos y grados de intensidad. Es normal la pirita al estado microdisperso, y el análisis térmico diferencial revela pequeñas cantidades de materia orgánica.

Es prácticamente imposible establecer una neta preferencia del uranio por determinadas capas, como también reconocer a simple vista si un determinado lecho está o no mineralizado.

No obstante, haciendo una generalización, puede decirse que donde se alternan horizontes grises propios de ambiente reductor, con rojizos de ferrificación moderada, la concentración es algo mayor en los grises. Cuando la ferrificación es muy intensa, entonces las capas adquieren un fuerte tono rojo, e igualan o aún superan la riqueza de las grises.

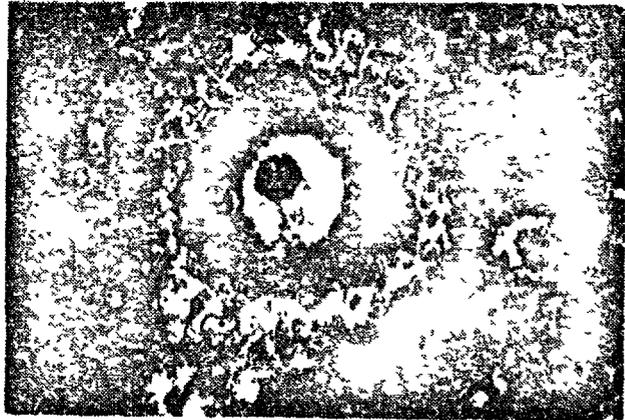


FIG 5 Nivel 44 50 mts Halos de pirita rodeando núcleos uraníferos, x 150 Luz natural reflejada. (Microf. Ing Quím Raúl Vidal Sayago)

La repartición del uranio a escala de la muestra, coincide con la estratificación en la mayor parte de los casos.

En el cuadro siguiente se describen brevemente las características más notorias de una serie de muestras tomadas más bien al azar. Las secciones han sido practicadas perpendicularmente a la estratificación y el espesor responde al ancho de una preparación petrográfica co-

rriente, o sea unos dos centímetros. La asociación entre uranio y otros minerales ha sido puesta de manifiesto por cromatografía de contacto de Hiller. Los valores de U han sido redondeados para fines comparativos, y se expresan en uranio soluble en HNO₃ 3N.

Como puede observarse, en tres casos se verifican concentraciones perceptibles visualmente (niveles 44.50 - 46.30 -

49.80) y solo en dos (44.50 - 46.30) una neta asociación pirita-uranio.

Mr. GEFFROY que estudió secciones pulidas de los dos niveles más ricos (44.50 mts. con 1.600 gr./t. y 49.80 mts. con 18.000 gr./t.) cree que en el primer caso, podría tratarse de cofinita o un material carbonado, asociado a pirita, y en el segundo, a pechblenda, cofinita o UO₂ de neoformación microdis-

perso en los materiales filíticos. De todos modos existen evidencias de que el uranio ha sido fijado al estado tetravalente.

El hecho remarcable de que algunas veces exista una asociación pirita-uranio y otras no, podría justificarse atribuyendo a cada caso un proceso de formación diferente. En efecto, medidas de la relación U/eRa efectuadas sobre esas dos muestras, dan los siguientes resultados:

Nivel	Alteración oxidante	Asociación pirita-uranio	U/eRa
44.50	NO	Positiva	1,4
49.80	SI	Negativa	4,0

El fuerte desequilibrio radiactivo de la última, unido a su alteración oxidante, señalan un origen reciente y por tanto se ajusta a un proceso actual de movilización por un frente de oxidación, mientras que a la primera, puede atribuírsele una mineralización de carácter sin-genético.

Por otra parte, la presencia simultánea de pirita y hematita, coexistiendo a escala microscópica, y concentraciones piritosas rodeadas de halos rematíticos, son síntomas del enfrentamiento de dos medios redox de carácter opuesto, y refuerzan la idea de un frente de oxidación.

Aspectos químicos e hipótesis genética.

A pesar de las variaciones cuali y cuantitativas ya puestas de manifiesto a escala de las muestras, las diferencias se atenúan a escala del perfil, donde evidentemente hay elementos que participan en proporción mucho mayor que otros, aunque puedan faltar casi por completo en algunos niveles, como es el caso del hierro de la hematita o el calcio de la calcita. Considerado

desde ese punto de vista, el sector mineralizado, puede ser reducido a una única expresión promedial que sea exponente del orden relativo de abundancia con que intervienen los distintos elementos químicos.

Fundamentales: Si, Al, Ca, Fe, Mg.

Secundarios: Na, K, Ba, Ti, Mn, P, S, (de sulfuros y sulfatos), U.

Trazas: Cu, Zn, Pb, V, Zr, Cr.

Se suma a estos elementos la presencia de carbono orgánico dentro del orden de 0,05 a 0,1%, revelado por análisis térmico diferencial.

Obsérvese que el vanadio se encuentra sólo al estado de trazas, y según se desprende del Cuadro 1 el fósforo no guarda relación con el uranio. Los fosfatos aparecen en los siltitos mineralizados en porcentajes de 2 a 4 veces superiores a los estériles, pero alrededor de 10 veces inferiores a la limolita ferrificada de Paso de la Arena a la que clasificamos como mena fosfatada. Pueden descartarse pues en principio, las menas de tipo vanadífero o fosfatado.

Curtiembre Lanza & Cía. S. A.

CUEROS FINOS PARA
CALZADO Y
VESTIMENTA

- N A P P A
- T A P I Z A D O S
- C H A R O L
- A Ñ I L I N A S

J O S E L L U P E S 4 9 5 1

TELF.: 3 39 19 y 3 74 17

MONTEVIDEO

pisos con larga vida.

Pise fuerte... sin piedad...

porque son pisos
abbrignoni



PARA UNA LARGA VIDA DE SUS PISOS... PISE EN

brignoni Y SE

ACORDARA TODA LA VIDA!

Arenal Grande 1828

Tel 40 10 67 - 40 71 91/2

CUADRO Nº 1

Nivel	Petrografía	Observaciones	Ugr./t.	P205%
44.20	Siltito carbonatado gris ceniza. Minerales filíticos relativamente abundantes	Escasa pirita microdispersa	700	0.18
44.50	Siltito francamente carbonatado grs. medio. Elementos filíticos moderados	Nódulos submilimétricos de pirita asociada a uranio. Fig. 5	1.600	0.20
44.80	Siltito arcilloso con algunas capas ligeramente ferrificadas de color violáceo. Faltan los carbonatos.	Hematita dispersa en las capas violáceas. Trazas de pirita	30	0.23
45.50	Siltito arenoso medianamente carbonatado, gris claro. Elem. filíticos abundantes.	Nódulos microscópicos de pirita no asociada al uranio	450	0.25
45.60	Siltito medianamente carbonatado, gris claro. Abundantes materiales filíticos.	Muy escasa pirita	250	0.21
46.20	Siltito arcilloso algo carbonatado de color gris claro.	Nódulos microscópicos de pirita no asociada al uranio ..	600	0.23
46.30	Siltito arcilloso algo carbonatado, gris claro.	Se observa un nódulo pirítico de varios milímetros con uranio asociado en la periferia	700	0.20
46.80	Siltito arcilloso con bandas ferrificadas rojas. Carbonatos muy escasos.	Hematita en las capas rojas, coexistiendo con pirita	200	0.21
47.10	Siltito finamente estratificado con alternancia de bandas grises arcillosas o carbonatadas y bandas rojas fuertemente hematíticas.	Escasa pirita rodeada de hematita en los niveles rojos	550	0.21
47.50	Siltito finamente laminado con predominancia de bandas rojas hematíticas no carbonatadas. En las escasas bandas grises el cemento es arcilloso. ligeramente carbonatado.	Hematita abundante. No se observa pirita	800	0.17
48.90	Siltito rojo fuertemente hematítico. Muy escasos carbonatos. Elem. filíticos moderados.	Hematita muy abundante. No se observa pirita	450	0.13
49.80	Siltito carbonatado, gris claro, de estratificación poco aparente, presentando una zona de color gris oscuro, rodeada de un halo hematítico rojo.	En la parte gris, abundante pirita microdispersa coincidente con uranio pero no asociada mineralógicamente con él. El halo rojo es estéril	18.000	—

Por otra parte, con excepción del uranio, no se presentan concentraciones anormales de elementos no comunes en ese tipo de rocas. Frente a la ausencia de elementos del llamado "cor-tejo del Uranio" se impone una pregunta relativa al origen de éste.

Hemos podido comprobar a través de una gran cantidad de análisis, la presencia de un "fondo continuo", que en los siltitos oscila entre 6 y 10 gr./ton. de U, y en las lutitas se eleva a 12 a 15 gr./ton.. Si tomamos un promedio de 10 gr./ton., un espesor medio de 40 mts., densidad 2,5, y una superficie de 2 Kms.² para la cubeta sedimentaria (considerada homogénea en cuanto a litología y potencia) existirían en La Divisa, no económicamente explotables, pero sí en condiciones de ser "removilizadas" unas 2.000 toneladas de uranio. Por otra parte, esta cubeta sedimentaria, en cuanto a circulación de aguas subterráneas, puede ser la zona de tránsito de parte de las aguas meteóricas que drenan varios Kms.² de basamento cristalino aportando uranio en concentraciones de microgramos por litro. Todas las aguas superficiales transportan uranio en solución entre pH 6 y pH 8.

"Entre pH 5 y pH 7 las soluciones de uranio son metaestables aún en presencia de aniones complejantes como el CO₃. El uranio es dispersado en forma coloidal y fijado por adsorción sobre los minerales filíticos" (R. WEY).

"La correlación entre uranio y sulfuros puede explicarse fácilmente. La formación de esos sulfuros requiere condiciones fisico-químicas que son igualmente favorables a la precipitación o fijación del uranio". (GRIMBERT)

El uranio puede ser movilizad o tanto por aguas ácidas derivadas de la oxidación de la pirita como por aguas bicarbonatadas.

Tanto la pirita como los carbonatos, son elementos constantes en La Divisa.

Aun cuando las consideraciones genéticas que hemos hecho, puedan sufrir variaciones a medida que se profundicen los estudios, entendemos que existen argumentos suficientes para considerar que:

- 1) Esta mineralización tiene su origen en un proceso de enriquecimiento derivado de un fenómeno de oxidación.
- 2) El uranio proviene de la removilización de un "fondo continuo" al que se suma el aportado por las aguas meteóricas.
- 3) El uranio habría sido fijado en un medio caracterizado por la asociación de: pirita, materia orgánica, minerales filíticos y hematita, actuando en el proceso los carbonatos por un efecto neutralizante y como proveedores de CO₂.
- 4) El enriquecimiento ocurre en sedimentos de permeabilidad moderada y en un marco geológico de confinamiento.

Por la orientación de los fenómenos redox, por la forma geométrica, y por un esquema químico concordante con el sistema acuoso Fe, S, O, CO₂ preconizado por GRANGER y WARREN para el caso de los yacimientos tipo "roll", consideramos que guarda afinidad con los mismos.

Conclusiones finales.

En la mayor parte de los yacimientos sedimentarios, las hipótesis genéticas, son aún dudosas, y continuarán siendo modificadas a medida que se conozcan más profundamente los mecanismos físicos y químicos que los acompañan. Entendemos que los procesos son sumamente complejos dada la gran cantidad de

ZERBONI & ROSSI

EL ESTABLECIMIENTO
MAS COMPLETO EN
TEJIDOS DE ALAMBRE

- Esponjas de acero
- Tejidos de cerco artísticos y plásticos
- Colocación de cercos
- Cintas transportadoras

AVDA. ITALIA 3840
TELS.: 58 90 06 - 58 47 78

E. P. I. C. S. A.

CONSTRUCCIONES

18 DE JULIO 1082, Esc. 102
Teléfono: 98 75 85

SAPRIZA GRUNDEL & Cía. S. A.

CORUMBE 4392 - Tel. 20 32 12*

- ◆ CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO.
- ◆ "TESABAND" CINTAS ADHESIVAS PARA USO INDUSTRIAL.
- ◆ TELAS ADHESIVAS "LEUKOPLAST".
- ◆ RELLENOS PARA TAPIZADOS.

TOMAS GUARINO

EMPRESA CONSTRUCTORA

JOSE L. TERRA 3275

TELEF.: 20 14 02

variables, y se vuelven aleatorias todas las intenciones de simplificar tendiendo hacia una hipótesis genéticas, con aún dudoso amplio espectro. No obstante es necesario elaborarlás por lo menos con el sentido de hipótesis de trabajo, capaces de orientar las investigaciones, las que a medida que progresen las confirmarán o modificarán aproximándonos a la realidad de los hechos.

Si las hipótesis genéticas que acabamos de exponer llegaran a corroborarse, existen en el territorio nacional tres formaciones geológicas químicamente aptas para que tales procesos se puedan cumplir; el Devónico tomado en su conjunto, la formación Tres Islas, y Mangrullo. Planteamos nuestra reserva respecto a Mangrullo pues nuestra experiencia en su prospección ha sido decepcionante, pero lo atribuimos a falta de buenas condiciones estructurales en esa formación y a su relativo alejamiento del cristalino que no ocurre en los otros dos casos. En consecuencia, la región potencialmente uranífera abarcaría, a nuestro juicio, una franja que partiendo de la ciudad de Durazno, ocuparía el SE y E del departamento homónimo, cruzaría el departamento de Cerro Largo, primero en dirección E pasando por el sur de Melo y luego hacia el NE para concluir en Centurión. Se añaden algunas zonas del departamento de Rivera y un sector del departamento de Tacuarembó que linda con el extremo oriental del lago Rincón del Bonete. El total abarca una superficie cercana a los 7.000 Kms.²

Deseamos expresar públicamente nuestro agradecimiento a las siguientes personas:

A Mr. F. CHANTRET del Commissariat à l'Energie Atomique (C. E. A.) de Francia que nos

orientó magníficamente en nuestro trabajo y realizó estudios sobre algunas muestras, por análisis térmico diferencial y autoradiografías de actividad alfa.

A Mr. GEFFROY también de la C. E. A. que estudió secciones pulidas de las dos muestras más ricas de La Divisa.

Al Ing. Walter HILL del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería de Montevideo, y a su colaboradora Dra. Ana F. de MERCATINI que nos estimularon desde el principio en nuestro trabajo y estudiaron las primeras muestras por difracción de rayos X y otros métodos físicos, emitiendo su opinión favorable a la prosecución de las investigaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Heinrich, E.—Mineralogía y geología de las materias primas radiactivas. Ed. Omega. 1966.
- Bateman, A. — Yacimientos minerales de rendimiento económico. Ed. Omega. 1968.
- Geffroy, Sarcia, Chervet, Caricu y otros. — Les minerais uranifères français. Bibliothèque des sciences et techniques nucléaires. 1960.
- Mc Kelvey, Everhart y Garrels. — The genesis of uranium deposits. Geneva, conference. 1955.
- Page, L. — Geologic prospecting for uranium and thorium. Geneva, conference. 1955.
- Chantret, F. — Etude des minerais d'uranium par analyse thermique. Publ. C.E.A. N° 181 1973.
- Granger y Warren. — Unstable sulfur compounds and the origin of Roll-type uranium deposits. Economic Geology, Vol. 64. 1969.
- Granger y Warren. — Zoning in the altered tongue associated with Roll-type uranium deposits, Congreso de Atenas 1974.